УДК 553.06

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ФОРМАЦИОННОГО МЕТОДА В РУДНОЙ ГЕОЛОГИИ. Часть 1

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет
E-mail: lev@tpu.ru

Приведена оценка состояния формационного метода в рудной геологии. Рассмотрены теоретические основания формационного метода и следующие из них подходы к оценке содержания рудных формаций. Даны формулировки рудных формаций в рамках моно- и поликомпонентного направлений рудноформационных исследований, показано вещественное и геологическое содержание рудных формаций в трудах ведущих специалистов. Сделан вывод о необходимости корректировки диагностических признаков рудных формаций как условии совершенствования формационного метода.

Введение

Формационный метод в современном понимании его назначения и содержания применяется в практике металлогенических исследований в течение последних пятидесяти лет. В рамках метода оформилось два направления, которые можно обозначить как моно- и поликомпонентное. Первое, предполагающее группировку в одну совокупность месторождений одного вида полезного ископаемого, наследует идеи академика С.С. Смирнова, реализованные им на примере месторождений олова [1, 2], второе – предложения чл.-корр. АН СССР Ю.А. Билибина [3, 4], согласно которым месторож-

дения разных видов полезных ископаемых объединяются в рудный комплекс по признакам связей с конкретным магматическим комплексом. Сложилось так, что разные по объему и в известной мере по содержанию группа месторождений С.С. Смирнова и рудный комплекс Ю.А. Билибина в трудах их последователей получили одно наименование – рудная формация. Последний термин заимствован от немецкого геолога А. Брейтгаупта [5], который ввел его в научное употребление в середине XIX столетия и вкладывал в него иное содержание.

Практическая реализация предложенных в тридцатых – сороковых годах XX в. С.С. Смирновым и Ю.А. Билибиным и применяемых до сих пор принципов типизации месторождений для целей металлогении, особенно в приложении к обширной группе гидротермальных месторождений полезных ископаемых, как стало очевидно сравнительно давно [6, 7], сопряжена с непреодоленными трудностями. Объективным свидетельством существования таких трудностей служит многовариантность формационных классификаций месторождений каждого из многих вида полезного ископаемого, созданных разными авторами в рамках монокомпонентного подхода, или неопределенность объема ряда рудных формаций, представляющих поликомпонентное направление [8]. Обеспечивая в некоторых случаях формационную самостоятельность (дискретность) отдельных совокупностей месторождений, применяемые диагностические признаки рудных формаций большей частью создают простор для дискуссий и многовариантных решений, что не может оцениваться иначе как следствие их некорректности или объективно обусловленной невозможности получения, по крайней мере в обозримом будущем, достоверного знания. Все это естественно не способствует разработке рациональной системы обобщения эмпирических и экспериментальных материалов и углублению знаний в области процессов рудообразования.

Следует отметить, что оживленная дискуссия шестидесятых-восьмидесятых годов прошлого столетия, отражавшая представления многих специалистов о том, что следует понимать под рудной формацией, вещественным составом руд, геологическими условиями их образования, которая в последние годы потеряла свою остроту, не выходила и сейчас не выходит за рамки обсуждения частных вопросов. Главные принципы, предложенные основоположниками метода, оставались и остаются незыблемыми.

Между тем, ранее обращалось внимание на то, что упомянутые трудности не зависят от вида и происхождения полезного ископаемого и носят общий характер, вследствие чего в разработке путей (способов) их устранения и совершенствования метода, целесообразность которых представляется несомненной, уместно использовать некоторые общие положения методологии и теории систем [9, 10].

В числе требующих уточнения или решения ключевых вопросов формационного метода остаются актуальными следующие: 1) в какой степени справедливы (подтвердились) исходные теоретические посылки (предположения), определившие с 30-х годов прошлого столетия новое современное понимание содержания формационной типизации оруденения; 2) в чем заключаются и насколько объективны причины некорректности применяемых диагностических признаков рудных формаций, которые должны формировать последние как автономные (дискретные) совокупности; 3) какие цели с учетом современного уровня знаний могут быть достигнуты посредством обобщения эмпирических, экспериментальных, теоретических данных, раскрывающих генетическую (физико-химическую) и геологическую (металлогеническую) сущность рудообразующих процессов и какова для достижения целей и на перспективу новая парадигма формационной типизации месторождений.

В специальной литературе последних десятилетий очень мало работ, в которых был бы дан обстоятельный анализ того, что происходит в рудноформационном методе [11–17], но и их авторы в большинстве придерживаются традиционных представлений. Оценки состояния метода и рекомендации в части его совершенствования, которые были даны автором двадцать лет назад [7], как представляется, прошли проверку временем. Насколько известно автору, они не были подвергнуты критике, хотя и предполагали пересмотр некоторых основополагающих положений. Достижения последних двух десятилетий не принесли принципиально нового для реабилитации исходных представлений, но еще более усложнили восприятие многих формационных классификаций месторождений полезных ископаемых, созданных на основе устаревшей геосинклинальной концепции эволюции Земли. Поэтому уместно вернуться к обсуждению проблемы, привлекая дополнительные факты и формулируя аргументы с учетом достигнутого в рудной геологии и смежных областях знания.

Приведенные ниже ответы на обозначенные вопросы призваны акцентировать внимание на том, что существуют приемлемые способы устранения многих противоречий, что от типизации оруденения на геолого-вещественно-генетической основе можно и до́лжно получать бо́льшую отдачу, не дожидаясь решения бесконечно дискуссионных металлогенических проблем, что для достижения целей формационного метода следует оценивать разные способы анализа и обобщения информации с тем, чтобы выбирать наиболее рациональные.

В данной статье приведены теоретические предпосылки рудноформационного метода, в следующей – результаты их практического воплощения в формационные классификации месторождений полезных ископаемых. В третьей статье рассмотрены корректирующие предложения автора, направленные на создание рациональной системы рудных формаций, удовлетворяющей потребностям генетических и металлогенических исследований.

Теоретические предпосылки рудноформационного метода

На то, что разработанная В.А. Обручевым [18] и общепринятая в стране генетическая классификация месторождений полезных ископаемых не способна выполнять прогнозные функции вследствие отсутствия в ней информации о геологических процессах, инициирующих и обусловливающих рудообразование, обращалось внимание еще в тридцатых-сороковых годах прошлого столетия [1, 19], то есть тогда, когда разработка научных основ и критериев прогноза и поисков месторождений конкретных видов минерального сырья стала насущной потребностью геологической службы страны. Не содержали в себе прогнозного компонента и формации руд А.Брейтгаупта [5], выделение которых опиралось лишь на представления об устойчивости рудных минеральных парагенезисов. Между тем, к началу тридцатых годов в воздухе витала идея о существовании причинно-следственных связей различных видов полезных ископаемых с геологическими условиями их залегания и образования. Высказывания на этот счет можно найти в работах многих сторонников популярной в начале XX столетия литораль-секреционной концепции рудообразования, а также К.И. Богдановича, В.А. Обручева, М.А. Усова и других ученых.

Первая попытка разработать систему классификации месторождений, учитывающую состав полезного ископаемого, геологические условия его образования и локализации была предпринята С.С. Смирновым [1]. Совокупность эндогенных оловорудных месторождений он дифференцировал на группы формаций или формации, впоследствии – группы месторождений [2], предложив за рудными формациями согласно, видимо, требованию научной этики, сохранить первоначальное химико-минералогическое содержание в понимании А. Брейтгаупта [19]. Каждая группа объединяет месторождения по признакам общности минерального состава, генезиса, геологических условий образования, локализации и сходного экономического значения. Выделено три группы: пегматитовая и пегматоидная с касситеритом, кварцево-касситеритовая и сульфидно-касситеритовая. Рассматривая проблему геолого-генетической типизации месторождений полезных ископаемых в более широком плане, С.С. Смирнов полагал, что "... определенным комплексам магматических пород отвечают и определенные комплексы рудных месторождений" и, вслед за бывшим заведующим кафедрой петрографии Томского индустриального института Н.Н. Горностаевым [20], считал, что "... определенным фациям магматических пород отвечают и определенные фации минерализации ..." [21. С. 26, 27]. О рудном комплексе, то есть совокупности месторождений полезных ископаемых как металлогеническом эквиваленте магматического комплекса, писал Ю.А. Билибин [3, 4 и др.].

Таковы истоки современного понимания содержания рудных формаций, которые, как отмечалось, заменили группы С.С. Смирнова, рудные комплексы С.С. Смирнова и Ю.А. Билибина, а также формационного метода в целом.

После смерти С.С. Смирнова (1947 г.) и Ю.А. Билибина (1951 г.) и затишья в этой области пятидесятых годов, нарушенного, насколько известно автору, лишь статьями Е.Е. Захарова [22] и Н.А. Хрущова [23], интерес к предложенным принципам классифицирования месторождений возрос в начале 60-х годов и достиг апогея в шестидесятые-восьмидесятые годы. Процедура типизации месторождений и комплекс необходимых для нее операций в работах всех участников дискуссии получила название рудноформационный или формационный анализ.

Начиная с упомянутой работы Е.Е. Захарова и в дальнейшем в рамках монокомпонентного направления формационных исследований определились два подхода к оценке содержания рудных формаций. Первый, эмпирический, декларирует использование только наблюдаемых признаков и отказ от учета положений, касающихся генетической сущности и геологической обусловленности рудообразования в силу их гипотетичности. Согласно второму, генетическому, подходу, при выделении (обосновании) рудных формаций следует наряду с эмпирическими (наблюдаемыми) признаками учитывать генетические аспекты и геологические условия образования оруденения. Последние имеют важнейшее значение в определении объема и содержания поликомпонентных рудных формаций.

Один из последовательных представителей эмпирического подхода Р.М. Константинов считал, что формационный анализ как перспективное направление в развитии учения о рудных месторождениях имеет самостоятельное значение и должен совершенствоваться параллельно с генетическими исследованиями [24]. Основная цель рудноформационного анализа, по Р.М. Константинову, – выделение групп месторождений со взаимосвязанным минеральным составом и геологическими условиями их нахождения. Согласно его формулировке, рудная формация – это группа месторождений со сходными и по составу устойчивыми минеральными ассоциациями, *функционально* (выделено автором, – И.К.) связанными с повторяющимися на всех месторождениях формации особенностями геологического строения, – приуроченностью к определенным региональным и локальным геологическим структурам, ассоциацией оруденения с соответствующими магматическими и осадочно-метаморфическими формациями и др. [25]. При этом подчеркивалось, что для разных формаций могут быть важными разные группы геологических факторов, – для одних формаций более характерна связь с каким-либо типом вмещающих пород, для других – с определенными магматическими формациями [24]. О том, насколько серьезно Р.М. Константинов призывал спуститься на эмпирический уровень обобщения, можно судить по его высказыванию относительно состава и происхождения рудовмещающих пород. Для него было не важно, скарн это, к примеру, или гнейс, – для це-

лей выделения рудной формации было достаточно знать, что это гранат-пироксеновая порода. В отличие от гнейсов, со скарнами бывают парагенно (единством процесса) связаны золотые руды, и приведенное высказывание означает, что предлагалось отказаться даже от достоверного знания генезиса пород (а, следовательно, и руд).

Р.М. Константинов имел предшественников [22, 26, 27 и др.], множество сторонников и последователей. В последние годы эмпирический подход поддерживает В.В. Авдонин [28] и некоторые другие исследователи.

Против эмпирического подхода в крайних его формах активно протестовала Н.В. Петровская, которая обращала внимание на то, что без понимания генетической и геологической сущности рудообразования невозможно прогнозировать месторождения и промышленно интересные их свойства [6], другими словами, решать одну из главных задач формационного метода.

Вещественно-генетический или генетико-вещественный подход к выделению рудных формаций в рамках монокомпонентного направления разрабатывали С.Ф. Лугов [29], А.Д. Щеглов [30] и другие. Согласно С.Ф. Лугову, например, в оловорудную формацию следует объединять месторождения и рудопроявления олова, "... характеризующиеся общностью минерального состава, околорудных изменений, *генетической* (выделено автором, – И.К.) и пространственной связи с гранитоидами, возникшие в определенных структурных условиях в истории геологического развития региона и отличающиеся своеобразием петрохимических и геохимических черт" [29. С. 216]. А.Д. Щеглов под рудной формацией понимает "... группу ... месторождений, которые возникают в сходной тектономагматической обстановке на определенных этапах развития подвижных зон и областей активизации и характеризуются близкими *генетическими* (выделено автором, – И.К.) и минералогическими особенностями" [30. С. 199].

Приведенные и многие другие формулировки рудных формаций, представляющие общий, несмотря на отмеченные разногласия, подход специалистов монокомпонентного направления к классификации месторождений на формационной основе, могут быть сведены к одному знаменателю. В обобщенном виде рудная формация – это совокупность месторождений полезных ископаемых, обладающих сходным (близким) вещественным составом руд и образованных в сходных (близких) геологических условиях (режимах, ситуациях). Вместе с тем, понятия "вещественный состав руд", "геологические условия образования и/или локализации" остаются не очерченными сколько-нибудь конкретными рамками. Это можно видеть на многих примерах.

Под вещественным составом руд понимаются: 1) химический и минеральный состав руд и парагенезис минералов, состав вмещающих пород и их различные изменения [31]; 2) устойчивые минеральные ассоциации [24]; 3) закономерная совокупность ассоциаций рудных и нерудных минералов [32]; 4) устойчивые минеральные ассоциации [33]; 5) устойчивые минеральные ассоциации руд или главнейшие парагенетические ассоциации минералов [34]; 6) ассоциации рудных элементов [35]; 7) сообщество минеральных парагенезисов, связанных общей структурой (зональностью, ритмичностью), в составе которых существенную роль играют промышленно ценные минералы или породы, или устойчивые (ведущие) минеральные парагенезисы, определяющие "лицо" формации, ее характерную рудную минерализацию [36]; 8) наборы (два или более) ведущих металлов [37]; 9) геохимическая ассоциация главных рудообразующих элементов [29]; 10) минералого-геохимический состав, парагенезис минералов [39]; 11) устойчивый набор однотипных минеральных парагенезисов и закономерности их пространственного расположения [40]; 12) парагенетические ассоциации главнейших рудных минералов [41]; 13) близкие ассоциации минералов [42]; 14) главные минералы, определяющие промышленную ценность рудных объектов [43]; 15) геохимический состав руд [12]; 16) вещественный состав руд (элементы, минералы, породы) [44]; 17) элементы-примеси в минералах руд как индикаторы рудных формаций [45]; 18) минералого-геохимический состав руд [46]; 19) метасоматическая формация и промышленный металл [47]; 20) текстурно-минеральный состав (гранитных пегматитов) [48]; 21) минеральный состав руд и его особенности [49, 50]; 22) состав руд и количественные соотношения между основными компонентами [15]; 23) метально-минеральный состав руд [51] и т.д. В качестве критерия формационного расчленения (деления) руд и объектов предлагались типоморфные особенности минералов [52–54], данные термобарогеохимии [55, 56].

В оценке геологических условий образования гидротермальных месторождений (режимов, ситуаций, обстановок) существует большое разнообразие мнений, что обусловлено объективными причинами. Обсуждая эти причины в дальнейшем, приведем в качестве примеров некоторую информацию такого рода.

С.Ф. Лугов [29] подчеркивает отсутствие решающего влияния состава вмещающих пород и их возраста на минеральный и химический состав рудоносных гранитов и формационный тип оловянного оруденения. В числе благоприятных геологических условий образования месторождений важнейшей в экономике олова касситерит-кварцевой формации, например, он указывает мио- и эвгеосинклинальные складчатые системы, внешние зоны срединных массивов и более древних структур в геосинклинально-складчатых областях. Рудоносные гранитоиды формируются в форме батолитов, средних и мелких тел в орогенный (средний) этап развития геосинклиналей и в этап отраженной (по А.Д. Щеглову) тектономагматической активизации. В.Т. Матвеенко и О.Н. Кабаков [57], которые

объединяют касситерит-кварцевую и касситерит-силикатную формации других авторов в одну касситерит-кварцевую, добавляют к этим обстановкам древние платформы и вулканогенные пояса. Напротив, по С.Ф. Лугову, месторождения касситерит-силикатной формации отсутствуют в срединных массивах, на платформах и щитах, а Г.А. Тананаева [58] в качестве благоприятной геологической позиции касситерит-кварцевой формации указывает геоантиклинали складчатых областей, активизированные срединные массивы, древние платформы и их щиты. Не видит различий в геологической позиции и геологических обстановках образования месторождений обеих формаций Г.М. Фремд [59]. Наиболее благоприятными структурами для них, в частности, на Дальнем Востоке служат вулкано-тектонические депрессии и вулкано-тектонические поднятия. Выполняющие депрессии вулканиты андезит-дацитового состава и комагматичные им экструзивы представляют собой продукты деятельности трещинных вулканов, связанных с периферическими инициирующими и рудообразование очагами глубинной дифференцированной магмы. Вместе с тем, строгое соответствие между магматическими и оловорудными формациями, согласно М.П. Материкову, отсутствует [60].

Согласно М.Б. Бородаевской и И.С. Рожкову [61], месторождения золото-кварцевой, золото-сульфидной, золото-карбонат-тальковой, золото-кварц-сульфидной, золото-медной формаций занимают одинаковую геологическую позицию и образуются в одинаковых геологических условиях: в складчатых поясах мио- и эвгеосинклинального типа, на древних щитах, в срединных массивах и в зонах активизации областей завершенной складчатости. Месторождения этих формаций генетически связаны с гранитоидами корового и мантийного происхождения, а пространственно и во времени нередко – с малыми интрузиями.

Близповерхностные месторождения золото-кварцевой, золото-кварц-сульфидной и золото-серебряной формаций образованы в разных геотектонических условиях и геологических ситуациях: в молодых вулканических поясах, областях альпийской и герцинской складчатости, в зонах активизации областей завершенной складчатости и платформ, в эвгеосинклиналях разного возраста. Они генетически связаны с андезито-дацитовым, в основном наземным вулканизмом при весьма характерном многократном чередовании проявлений магматической деятельности и рудоотложения с образованием нескольких продуктивных минеральных ассоциаций.

По своему геологическому содержанию, в частности, по признакам обусловленности тектономагматическими процессами, дискретны формации комплексных существенно вольфрамовых месторождений в классификации, разработанной А.Д. Щегловым [30]. В подвижных областях образуется пять формаций. Формация золото-шеелитовых месторождений парагенетически связана с малыми интрузиями диоритов, гранодиоритов и реже габбро-диабазов, формация скарново-шеелитовых месторождений генетически связана с соскладчатыми (?) интрузиями умеренно кислых гранитов, формация высокотемпературных касситерит-вольфрамитовых месторождений генетически связана с позднескладчатыми интрузиями кислых и ультракислых гранитов, формация кварц-вольфрамитовых (шеелитовых) месторождений с сульфидами, но без олова, генетически (парагенетически?) связана с трещинными послескладчатыми интрузиями гранит-порфиров и биотитовых гранитов, формация низкотемпературных ферберитовых (шеелитовых) месторождений с антимонитом и киноварью приурочена к зонам долгоживущих разломов вне видимой связи с интрузиями, формация сульфидно-вольфрамитовых (шеелитовых) месторождений областей тектономагматической активизации генетически связана с приповерхностными трещинными интрузиями гранит-порфиров и биотитовых гранитов, причем в некоторых районах для этой формации характерна тесная связь вольфрамовой минерализации с оловянной и одновременно с интенсивно проявляющимся медным оруденением.

В пояснениях к классификации золоторудных формаций Ю.П. Ивенсен и В.И. Левин [62] отмечают, что в ряде рудных провинций Au, Sn, W, Mo не являются антиподами и генерируются гранитоидными комплексами одного возраста, приобретающими на различных площадях лишь несколько специфические петрохимические черты, или даже теми же массивами с образованием группы редкометально-кварцевых и золото-редкометально-кварцевых рудных формаций, образующих регионально-зональные золоторудно-редкометальные пояса.

В.К. Денисенко, описывая типовые геологические обстановки проявления вольфрамового оруденения, приводит данные [40], согласно которым выделенная им вольфрамит-кварцевая грейзеновая формация повторяется в провинциях геосинклинально-складчатых областей линейно-зонального строения на стыках эв- и миогеосинклинальных зон и в обрамлении срединных массивов, в провинциях геосинклинально-складчатых областей блокового строения, в бортах наложенных (регенерированных) прогибов, в краевых частях срединных массивов и в провинциях щитов и платформ. Месторождения этой формации возникают в связи с магматизмом разной формационной принадлежности в соответствии с эволюцией магматизма в истории развития этих провинций.

Месторождения выделенной В.Т. Матвеенко и Е.А. Радкевич [39] молибденит-халькопирит-порфировой формации образованы в палеозойских, мезозойских и кайнозойских складчатых областях как эвгеосинклинального, так и миогеосинклинального типа, а также в зонах мезозойской и палеоген-неогеновой тектономагматической активизации окраин древних платформ и допалеозойских складчатых областей, включая срединные массивы. В эвгеосинклинальных поясах, в частности, месторождения об-

разуются в ранний и собственно геосинклинальный этапы развития, а также и главным образом после общей инверсии тектонического режима в геосинклинальных областях различного возраста. Оруденение парагенетически связано с гипабиссальными и близповерхностными магматическими телами разнообразной морфологии как простого, так и сложного ("пестрого") состава. В последнем случае интрузивные комплексы разделяются на две ветви – щелочно-известковую и слабо щелочную.

Разнообразные геологические ситуации в размещении месторождений одной формации описываются многими исследователями, когда речь идет о гидротермальных месторождениях других полезных ископаемых [38, 63, 64] и др.

Развернутую характеристику рудной формации, представляющую поликомпонентное направление формационных исследований, дал П.А. Строна: "Конкретная рудная формация – это естественное сообщество месторождений, близких по возрасту, близких или связанных взаимопереходами по составу и генетическим особенностям, локализованных в пределах ограниченного участка земной коры, возникших в условиях определенного геотектонического режима и устойчиво связанных с той или иной конкретной геологической формацией (осадочной, магматической, метаморфической)" [65. С. 10].

Рудная формация по П.А. Строне [65], В.С. Кормилицыну [11], В.С. Кормилицыну и др. [66], должна удовлетворять определенным требованиям. Важнейшие из них заключаются в том, что рудная формация "... должна опираться не только на вещественный состав и внутреннюю структуру изучаемых объектов, но и на внешние их связи, определяющие место месторождений в геологической структуре и геологической истории" [65. С. 10], а набор образующих её полезных ископаемых, как и набор изверженных пород в объеме магматического комплекса, – повторяться во времени и пространстве. Комплекс операций при рудноформационном анализе включает эмпирическое выделение рудных формаций, аналитическое выявление геотектонической обстановки их проявления и синтетическую проверку правильности выводов в новых рудных районах со сходной геотектонической характеристикой. Выделение рудных формаций должно основываться на вскрытии объективных закономерностей и взаимосвязей при достаточно полном изучении того или иного района и его месторождений, т.е. в процессе металлогенических исследований. С позиций данного подхода рудная формация сопоставима с геологической.

В разработанной П.А. Строной формационной классификации показано 43 формации [65]. В частности, молибден золото-полиметаллическая рудная формация объединяет гидротермальные преимущественно среднетемпературные умеренных глубин, реже скарновые месторождения золота, молибдена, полиметаллические, шеелит-золоторудные, уранполиметаллические, бор-полиметаллические и некоторые другие. Месторождения связаны между собой взаимопереходами, а весь их набор соотносится с вулканогенно-интрузивной гибридной андезитдиорит-гранодиоритовой, часто субщелочной магматической формацией, которая вместе с сопровождающими месторождениями образуется на поздних и конечных этапах развития подвижных зон и в областях активизации. Формацию представляют такие известные месторождения, как Шахтама (Mo), Кличкинское (Pb, Zn), Дарасун (Au), Тырны-Ауз (Mo,W) Садон (Pb, Zn), Чорух-Дайрон (W), Такели (Pb, Zn), Березовское, Степняк (Au), Дальнегорское (Pb, Zn, B) и другие. Следует подчеркнуть, что многие из перечисленных месторождений изучавшие их специалисты связывают с разными магматическими комплексами (формациями).

Основные идеи данного подхода разделяют и реализуют в практике региональных металлогенических исследований казахстанские геологи [67], которые определяют рудную формацию как закономерное сообщество (устойчивую ассоциацию) месторождений полезных ископаемых разного минерального состава и генезиса, генетически или парагенетически связанных с определенной по составу и строению геологической формацией. С одной геологической формацией связана только одна рудная формация.

Заключение

Подчеркнем, что в основание рудноформационного метода заложены две идеи – предпосылки: 1) об обусловленности вещественного состава руд и вида (видов) полезного ископаемого геологическими условиями (обстановками) его (их) образования; 2) о металлогенической специализации магматических комплексов, а в более широком плане – геологических формаций, что особенно важно для типизации гидротермальных месторождений.

Реализация этих идей осуществляется в двух направлениях поиска: 1) сходных устойчивых типовых черт метально-минерального состава руд в сообществе месторождений одного вида полезного ископаемого и обусловленности их геологическими условиями (режимами или обстановками) образования; 2) сходных повторяющихся (устойчивых во времени и пространстве) типовых наборов месторождений разных полезных ископаемых в связи с соответствующими наборами изверженных горных пород в объеме магматических комплексов, наборами иных пород в объеме геологических формаций.

Между двумя обозначенными направлениями рудноформационных исследований существует сходство и различие. Сходство заключается в том, что рудные формации, если строго следовать заявленным в их формулировках принципам, в том и другом случае могут быть выделены только после выполнения металлогенических исследований. Различие – в объектах типизации: в первом случае – руд, во втором – месторождений. Большинство представителей обоих направлений едины во мнении о том, что формационные и генетические

классификации месторождений должны быть автономными, не зависимыми одна от другой.

Обращает на себя внимание некорректность диагностических признаков, используемых при рудноформационной типизации месторождений в рамках монокомпонентного направления, которое обеспечивает широкие возможности для субъективной (личностной) оценки того, что следует понимать под вещественным составом руд и геологическими условиями образования месторождений. Отсюда неизбежна многовариантность формационных классификаций месторождений полезных ископаемых со всеми негативными следствиями, которая имеет место и будет обсуждаться в следующей статье. Для второго (поликомпонентного) направления формационных исследований, в рамках которого сделан особый акцент в область геологических режимов (обстановок) рудообразования, существуют известные трудности, касающиеся обусловленности образования, прежде всего гидротермальных месторождений, более масштабными геологическими процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов С.С. Некоторые замечания о сульфидно-касситеритовых месторождениях // Известия АН СССР. Сер. геологич. — 1937. — № 5. — С. 853—862.
2. Смирнов С.С. К оценке оловорудных районов // Советская геология. — 1941. — № 3. — С. 3—16.
3. Билибин Ю.А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. — М.: Госгеолтехиздат, 1955. — 87 с.
4. Билибин Ю.А. Пути и перспективы развития Советской металлогенической науки // Ю.А. Билибин. Избранные труды. Т. III. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — С. 61—66.
5. Breithaupt A. Die Paragenesis der Mineralien. — Freiberg: Engelhardt, 1849. — V. 1. — 276 S.
6. Петровская Н.В. Роль минералогии в разработке таксономической системы гидротермальных рудных месторождений // Геология рудных месторождений. — 1982. — Т. 24. — № 3. — С. 15—27.
7. Кучеренко И.В. О генетической классификации рудных формаций // Геология и геохимия рудных месторождений Сибири. — Новосибирск: Наука, 1983. — С. 4—16.
8. Основные типы рудных формаций. Терминологический справочник / Под ред. Ю.А. Косыгина, Е.А. Кулиша. — М.: Наука, 1984. — 316 с.
9. Кучеренко И.В. Формационный метод в рудной геологии. — Томск: ТПУ, 1994. — 96 с.
10. Кучеренко И.В. Методология формационных исследований в рудной геологии // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. 2. — Томск, 2000. — С. 47—49.
11. Кормилицын В.С. Основные подходы к выделению рудных формаций // Металлогенический анализ рудоносных структур. — Л.: ВСЕГЕИ, 1987. — С. 11—23.
12. Яковлев В.И. Новый подход к рудноформационному анализу (на примере золоторудных месторождений Северо-Востока СССР) // Известия вузов. Геология и разведка. — 1988. — № 9. — С. 86—90.
13. Горжевский Д.И. История возникновения и современного использования понятия рудная формация // Руды и металлы. — 1996. — № 5. — С. 5—10.
14. Овчинников Л.Н. Парадоксы и сущность формационного анализа // Труды ЦНИГРИ, 1987. — № 220. — С. 10—14.
15. Контарь Е.С. Об общих принципах рудноформационного анализа // Руды и металлы. — 1997. — № 3. — С. 5—10.
16. Фогельман Н.А. Основные принципы формационного анализа золотоносных районов и рудных полей в целях прогноза // Отечественная геология. — 1999. — № 3. — С. 14—20.
17. Львов Б.К. Формационные основы металлогенического анализа. — СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1997. — 144 с.
18. Обручев В.А. Рудные месторождения. — Л.-М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. — 596 с.
19. Смирнов С.С. Рецензия на статью П. Ниггли "Систематика магматогенных рудных месторождений" // Известия АН СССР. Сер. геологич. — 1947. — № 1. — С. 154—159.
20. Горностаев Н.Н. Взаимоотношения тектоники, магматических явлений и пневматолито-гидротермальных месторождений // Труды треста "Золоторазведка" и института НИГРИзолото. — 1938. — Вып. 10. — С. 5—15.
21. Смирнов С.С. О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений // Записки Всероссийского минералогического общества. Вторая серия. — 1947. — Ч. 76. — Вып. 1 — С. 23—36.
22. Захаров Е.Е. К вопросу о классификации месторождений полезных ископаемых // Известия АН СССР. Сер. геологич. — 1953. — № 5. — С. 50—81.
23. Хрущов Н.А. Классификация месторождений молибдена // Геология рудных месторождений. — 1959. — Т. 1. — № 6. — С. 52—67.
24. Константинов Р.М. Основы формационного анализа гидротермальных рудных месторождений. — М.: Наука, 1973. — 216 с.
25. Константинов Р.М., Сиротинская С.В. Логико-информационные исследования эндогенных рудных формаций и вариационные ряды рудных месторождений // Проблемы эндогенного рудообразования. — М.: Наука, 1974. — С. 68—82.
26. Горжевский Д.И. О металлогеническом значении рудных формаций // Геология рудных месторождений. — 1964. — Т. 6. — № 6. — С. 54—65.
27. Домарев В.С. Рудные формации как историко-геологические образования // Геология рудных месторождений. — 1968. — Т. 10. — № 4. — С. 17—28.
28. Авдонин В.В. Принципы геолого-промышленной типизации рудных месторождений. — М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1999. — 40 с.
29. Лугов С.Ф. Формации оловянных месторождений // Принципы прогноза и оценки месторождений полезных ископаемых. Т. 1. — М.: Недра, 1977. — С. 216—250.
30. Щеглов А.Д. Металлогения вольфрама в пределах Советского сектора Тихоокеанского рудного пояса // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 10. — М.: Наука, 1973. — С. 198—212.
31. Захаров Е.Е. О некоторых вопросах классификации рудных месторождений // Советская геология. — 1965. — № 9. — С. 15—32.
32. Иванкин П.Ф. О соотношениях некоторых рудных формаций и их смене по простиранию рудных поясов // Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. — М.: Наука, 1966. — С. 163—168.
33. Радкевич Е.А. К вопросу о классификации послемагматических месторождений и принципах выделения рудных формаций

// Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1966. – С. 31–40.

34. Горжевский Д.И. Свинцово-цинковые рудные формации Алтая и Забайкалья и их геотектоническая позиция // Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1966. – С. 156–162.
35. Покалов В.Т. Опыт классификации эндогенных месторождений молибдена на тектоно-магматической основе // Советская геология. – 1970. – № 1. – С. 74–87.
36. Рундквист Д.В. О значении формационного анализа при прогнозных исследованиях // Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. – Л.: Недра, 1978. – С. 15–38.
37. Повилайтис М.М. Основные формации месторождений вольфрама // Рудные формации эндогенных месторождений. Т. 1. – М.: Наука, 1976. – С. 8–167.
38. Демидова Н.Г. Рудные формации ртутных месторождений // Рудные формации эндогенных месторождений. Т. 2. – М.: Наука, 1976. – С. 297–359.
39. Матвеенко В.Т. Радкевич Е.А. К поиску молибденовых и молибден-медных месторождений на востоке СССР // Проблемы эндогенного рудообразования и металлогении. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 56–75.
40. Денисенко В.К. Месторождения вольфрама. – М.: Недра, 1978. – 144 с.
41. Щеглов А.Д. Основы металлогенического анализа. – М.: Недра, 1980. – 431 с.
42. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. – М.: Недра, 1982. – 382 с.
43. Благонадеждин Б.И., Ляховкин Ю.С. Рудноформационный анализ при геолого-съемочных работах // Советская геология. –1987. – № 12. – С. 22–26.
44. Кулиш Е.А. Формации метаморфогенных руд и метаморфогенно-рудные системы // Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование: Тез. докл. 12-го Всесоюзн. металлогенического совещ., г. Киев, май 1990 г. Ч. 2. – Киев: АН СССР, АН УССР, МинГео СССР, 1990. – С. 20–21.
45. Житников А.А., Турчинский В.П. Элементы-примеси в галените – индикатор рудноформационной принадлежности скрытых месторождений // Разведка и охрана недр. – 1990. – № 6. – С. 27–29.
46. Бертман Э.Б. Золоторудные формации жильных месторождений (минералого-геохимические характеристики и принципы типизации). – Ташкент: ФАН, 1990. – 168 с.
47. Винокуров С.Ф. Систематика рудно-метасоматических формаций урановых месторождений // Геология рудных месторождений. – 1992. – Т. 34. – № 4. – С. 22–29.
48. Гордиенко В.В. Гранитные пегматиты. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1996. – 272 с.
49. Нарсеев В.А. Промышленная геология золота. – М.: Научный мир, 1996. – 243 с.
50. Гамянин Г.Н. Минералогические признаки формационной принадлежности золотого оруденения Верхояно-Колымской складчатой области // Отечественная геология. – 1997. – № 9. – С. 42–44.
51. Кудрявцева Н.Г. Ряды рудных формаций месторождений цветных и благородных металлов в различных геодинамических обстановках Юго-Западного Алтая // Руды и металлы. – 2001. – № 6. – С. 44–52.
52. Благонадеждин Б.И., Ляховкин Ю.С., Иванова Э.М. Типоморфизм минералов и рудноформационный анализ // Известия вузов. Геология и разведка. – 1989. – № 3. – С. 67–76.
53. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Яковлев Я.В. Типоморфизм минералов как критерий формационного расчленения руд // Рудные формации Северо-Востока СССР: Матер. 7-й сессии Северо-Восточного отделения ВМО. – Магадан: СВ-е отделение ВМО АН СССР, 1990. – С. 119–128.
54. Гамянин Г.Н., Жданов Ю.Я. Типоморфизм антимонита в рудноформационном анализе // Отечественная геология. – 1999. – № 4. – С. 26–31.
55. Баханова Е.В., Антипов А.Ф. К вопросу об использовании данных термобарогеохимии при формационном делении золоторудных объектов // Исследования в области поисковой и технологической минералогии. – Алма-Ата, 1988. – С. 60–67.
56. Лазько Е.М., Ляхов Ю.В., Пизнюр А.В. Термобарогеохимическое моделирование рудных формаций и практика поисково-оценочных работ // Советская геология. – 1990. – № 6. – С. 8–19.
57. Матвеенко В.Т., Кабаков О.Н. Классификация месторождений олова С.С. Смирнова и её роль в развитии оловянной промышленности СССР // Проблемы региональной металлогении и эндогенного рудообразования. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1968. – С. 42–45.
58. Тананаева Г.А. Основные формации месторождений олова // Рудные формации эндогенных месторождений. Т. 1. – М.: Наука, 1976. – С. 168–268.
59. Фремд Г.М. Металлогеническая специализация вулкано-тектонических структур вулканических поясов и зон Северо-Западного сектора Тихоокеанского рудного пояса // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 10. – М.: Наука, 1973. – С. 81–95.
60. Материков М.П. Закономерности размещения и геологические группы оловянных месторождений СССР. – М.: Недра, 1974. – 144 с.
61. Бородаевская М.Б., Рожков И.С. Месторождения золота // Рудные месторождения СССР. Т. 3. – М.: Недра, 1974. – С. 5–77.
62. Ивенсен Ю.П., Левин В.И. Генетические типы золотого оруденения и золоторудные формации // Золоторудные формации и геохимия золота Верхояно-Чукотской складчатой области. – М.: Наука, 1975. – С. 5–120.
63. Комарова Г.Н. Основные формации месторождений флюорита // Рудные формации эндогенных месторождений. Т. 1. – М.: Наука, 1976. – С. 269–322.
64. Пузанов Л.С. Формации месторождений плавикового шпата // Принципы прогноза и оценки месторождений полезных ископаемых. Т. 1. – М.: Недра, 1977. – С. 265–299.
65. Строна П.А. Главные типы рудных формаций. – Л.: Недра, 1978. – 199 с.
66. Кормилицын В.С., Строна П.А., Татаринов П.М. Общие принципы систематики эндогенных месторождений на формационной основе // Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 191. – Л., 1973. – С. 186–205.
67. Даукеев С.Ж., Ужкенов Б.С., Абдулин А.А. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т. 2. Металлогения. – Алматы, 2002. – 272 с.